

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

REC'D 21 JUL 2004



WIPO PCT

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 153772.1/LE/mb	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/PEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/CH 02/00494	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 09.09.2002	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 09.09.2002
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H01J35/16		
Anmelder COMET AG et al.		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
 - ☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 12 Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:
 - ☒ Grundlage des Bescheids
 - ☐ Priorität
 - ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
 - ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
 - ☒ Begründete Feststellung nach Regel 66.2 a)ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
 - ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
 - ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
 - ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 08.03.2004	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 20.07.2004
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Weisser, W Tel. +49 89 2399-2613 

I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):

Beschreibung, Seiten

1, 2, 7, 10-12 in der ursprünglich eingereichten Fassung
3, 3a, 4, 5, 5a, 6, 8, 9, 13 eingegangen am 01.07.2004 mit Schreiben vom 24.06.2004

Ansprüche, Nr.

1-14 eingegangen am 01.07.2004 mit Schreiben vom 24.06.2004

Zeichnungen, Blätter

1-7 in der ursprünglich eingereichten Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um:

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
 - ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
 - ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).
3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:
- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
 - ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
 - ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
 - ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
 - ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
 - ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.
4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

☐ Beschreibung, Seiten:
☒ Ansprüche, Nr.: 15
☐ Zeichnungen, Blatt:

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/CH 02/00494

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen.)

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

siehe Beiblatt

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche 1-14
	Nein: Ansprüche -
Erfinderische Tätigkeit (IS)	Ja: Ansprüche 1-14
	Nein: Ansprüche -
Gewerbliche Anwendbarkeit (IA)	Ja: Ansprüche: 1-14
	Nein: Ansprüche: -

2. Unterlagen und Erklärungen:

siehe Beiblatt

1. In diesem IVPB wird auf folgende Dokumente Bezug genommen:

D1: EP-5402464

D8: DE-19800766

2. Klarheit (Art.6 PCT)

Vorliegender Anspruch 12 definiert ein Verfahren zum Herstellen einer Hochspannungs-Vakuumröhre nach Anspruch 1 bis 11, ohne jedoch die Verfahrensschritte klar zu definieren, die zur Herstellung der Hochspannungs-Vakuumröhre durchzuführen sind. Vorliegender Anspruch ist daher nicht klar im Sinne von Art.6 PCT (vgl. PCT-Richtlinie Kapitel III, 4.4).

3. Neuheit (Art. 33.2 PCT)

- 3.1 D1 offenbart eine Hochspannungs-Vakuumröhre (Röntgenröhre) entsprechend dem Oberbegriff von vorliegendem Anspruch 1. Die Wölbung in Richtung Röhreninnenraum umfaßt einen geneigten Frontbereich, einen verkürzten Seitenbereich und einen erhöhten Seitenbereich. Der geneigte Frontbereich des ringförmigen Isolators der Kathode ist vom Scheibenzentrum des ringförmigen Isolators weg geneigt.

Der Frontbereich und die Seitenbereiche des ringförmigen Isolators von D1 weisen jedoch keine Winkelordnung bzgl. der Achsenrichtung des ringförmigen Isolators wie definiert in Anspruch 1 auf.

- 3.2 D8 offenbart eine Hochspannungs-Vakuumröhre (Röntgenröhre) mit einem kathodenseitig ringförmig ausgebildeten Isolator, wobei dieser ringförmige Isolator eine Wölbung in Richtung Röhreninnenraum mit einem geneigten Frontbereich, einem verkürzten Seitenbereich und einem erhöhten Seitenbereich aufweist. Der geneigte Frontbereich des ringförmigen Isolators der Kathode ist vom Scheibenzentrum des ringförmigen Isolators weg geneigt. Die Winkelordnung des Frontbereichs und der Seitenbereiche des ringförmigen Isolators von D1 bzgl. der Achsenrichtung des ringförmigen Isolators sind in D8 nicht beschrieben, es scheint jedoch, ausgehend von der Fig. in D8, dass der Frontbereich und der erhöhte Seitenbereich eine Winkelordnung wie definiert in Anspruch 1 ausweisen.

Die Hochspannungs-Vakuumröhre von D8 weist jedoch kein zylindrisches Metallgehäuse auf. Zudem scheint der Winkel γ des verkürzten Seitenbereichs einen

Wert $\gamma=0^\circ$ (Bezeichnung wie in Anspruch 1) zu besitzen.

- 3.3 Die weiteren im Internationalen Recherchenbericht zitierten Dokumente sind weniger relevant bzgl. Anspruch 1 als D1 und D8.

Der Gegenstand des vorliegenden Anspruchs 1 und somit auch der abhängigen Ansprüche 2-11, 13 und 14 scheint daher neu zu sein (Art. 33.2 PCT).

Ein Verfahren zum Herstellen einer Hochspannungs-Vakuumröhre nach Anspruch 1 (vgl. Anspruch 12), welches die Verfahrensschritte klar definiert, die zur Herstellung der Hochspannungs-Vakuumröhre nach Anspruch 1 durchzuführen sind, ist ebenfalls als neu zu bewerten.

4. Erfinderische Tätigkeit (Art. 33.3 PCT)

Keines der im Internationalen Recherchenbericht zitierten Dokumente weist einen ringförmigen Isolator mit einer Winkelanordnung für den Frontbereich und die beiden Seitenbereiche wie definiert in Anspruch 1 auf.

Es wird ferner auch in keinem der Dokumente (wie D1 und D8) nahegelegt die Winkel α , β , γ (Bezeichnungen wie in Anspruch 1) wie definiert in Anspruch 1 zu wählen. Zudem ist die spezielle Form des ringförmigen Isolators in D8 nicht motiviert. Diese Form könnte beispielsweise im Zusammenhang mit der speziellen Ausbildung des Gehäuses (Einschnürung im Mittelbereich und konischer Verlauf auf der Kathodenseite) stehen. Es kann daher nicht als naheliegend für den Fachmann betrachtet werden, diesen ringförmigen Isolator in einer Hochspannungs-Vakuumröhre wie bekannt von D1 zu verwenden. Und selbst gesetzt diesen Falles wäre zumindest der Winkel γ des verkürzten Seitenbereiches verschieden von dem in dem vorliegenden Anspruch 1.

Der Gegenstand des vorliegenden Anspruchs 1 und damit auch der abhängigen Ansprüche 2-11, 13 und 14 scheint daher erfinderisch (Art. 33.3 PCT).

Ein Verfahren zum Herstellen einer Hochspannungs-Vakuumröhre nach Anspruch 1 (vgl. Anspruch 12), welches die Verfahrensschritte klar definiert, die zur Herstellung der Hochspannungs-Vakuumröhre nach Anspruch 1 durchzuführen sind, ist ebenfalls als erfinderisch zu bewerten.

5. Gewerbliche Anwendbarkeit (Art. 33.4 PCT)

Der Gegenstand der vorliegenden Ansprüche 1-11, 13 und 14 erscheint

offensichtlicherweise gewerblich anwendbar zu sein (Art. 33.4 PCT).

Ein Verfahren zum Herstellen einer Hochspannungs-Vakuumröhre nach Anspruch 1 (vgl. Anspruch 12), welches die Verfahrensschritte klar definiert, die zur Herstellung der Hochspannungs-Vakuumröhre nach Anspruch 1 durchzuführen sind, ist ebenfalls als gewerblich anwendbar zu bewerten.

* * * * *

Richtung Anode beschleunigt. Ein einzelnes Elektron wird dabei kaum eine Störung hervorrufen. Ist der anodenseitige Isolator wie der kathodenseitige Isolator als in den Innenraum hineinragender Kegelstumpf ausgebildet, dann wird ein auf den Isolator auftreffendes (beispielsweise ein aus dem Metallkolben
5 ausgelöstes) Elektron ebenfalls zur Anode hin beschleunigt. Anodenseitig bewegt es sich jedoch auf der Isolatoroberfläche entlang, weil es kein von der Isolatorfläche wegweisendes elektrisches Feld vorfindet. Nach Durchlaufen einer gewissen Strecke hat ein solches Elektron genügend Energie, um weitere Elektronen auszulösen, die ihrerseits wiederum Elektronen auslösen, so dass
10 es zu einer auf der Isolatorenoberfläche zur Anode laufenden Elektronenlawine kommt, die eine erhebliche Störung, unter Umständen auch Gasausbrüche oder gar einen Durchschlag des Isolators hervorrufen kann. Je höher die Spannung ist, desto signifikanter wird dieser Effekt. Bei sehr hohen Spannungen kann diese Art der Isolatoren deshalb nicht mehr eingesetzt
15 werden. Kathodenseitig tritt dieser Effekt weniger auf, da Elektronen, die kathodenseitig auf die Isolatoroberfläche gelangen oder aus dieser ausgelöst werden, sich durch das Vakuum in Richtung Metallzylinder und nicht entlang der Isolatoroberfläche bewegen. Um den Nachteil am Anodenteil zu umgehen, sind im Stand der Technik verschiedene Lösungen bekannt. Z.B. wird in der
20 Offenlegungsschrift DE2506841 vorgeschlagen, kathodenseitig den Isolator derart auszugestalten, dass zwischen dem Isolator und der Röhre ein konischer Hohlraum entsteht. Eine andere Lösung des Standes der Technik wird z.B. in der Patentschrift EP0215034 gezeigt, wo der scheibenförmige Isolator gegen den Metallzylinder hin treppenförmig abgestuft ist. Eine weitere Lösung des
25 Standes der Technik wird im Patent US5402464 gezeigt, wo der Isolator trapezförmig ausgestaltet ist und von einer gewölbten Metallmanschette in einen inneren und einen äusseren Teil geteilt wird. Eine weitere Lösung des Standes der Technik wird in der Patentschrift DE19800766 gezeigt, wo der Isolator gegenläufige Neigungen umfasst und von einer metallischen
30 Metallmanschette in einen inneren und äusseren Teil geteilt wird. Es hat sich jedoch gezeigt, dass all die im Stand der Technik gezeigten Lösungen bei hohen Spannungen, d.h. beispielsweise über 150 kV, Störungen aufweisen, die u.a. zu einer vorzeitigen Alterung des Materials führen und Gasausbrüche und/oder Durchbrüche des Isolators erzeugen können. Somit sind die im Stand
35 der Technik bekannten Isolatoren für viele moderne Anwendungen der

3a

Röntgenröhren mit sehr hohen Spannungen (>200 kV) nur schlecht verwendbar.

Es ist eine Aufgabe dieser Erfindung, neue Isolatoren für Hochspannungs-Vakuumröhren und ein Verfahren zur Herstellung solcher
5 Isolatoren vorzuschlagen, die die oben beschriebenen Nachteile nicht

aufweisen. Insbesondere soll auch bei sehr hohen Spannungen bei kleiner oder kompakter Bauweise eine lange Lebensdauer und ein störungsfreier Betrieb garantiert sein. Die Hochspannungs-Vakuumröhren sind u.a. zur Verwendung als Röntgenröhren zum Durchleuchten von Gepäckstücken und/oder

5 Transportcontainern etc. gedacht und sollen den dort benötigten industriellen Ansprüchen genügen.

Gemäss der vorliegenden Erfindung werden diese Ziele insbesondere durch die Elemente der unabhängigen Ansprüche erreicht. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen gehen ausserdem aus den abhängigen Ansprüchen und der Beschreibung hervor.

10

Insbesondere werden diese Ziele dadurch erreicht, dass bei einer Hochspannungs-Vakuumröhre eine Anode und eine Kathode in einem vakuumisierten Innerraum einander gegenüberliegend angeordnet sind, dass der vakuumisierte Innenraum durch ein zylindrisches Metallgehäuse

15 umschlossen ist, und dass die Anode und/oder die Kathode mittels eines ringförmigen Isolators elektrisch isoliert sind, wobei der ringförmige Isolator einen zylindrischen Teil umfasst und in Richtung des vakuumisierten Innerraums buckelförmig einfach gewölbt ausgebildet ist, wobei die Wölbung in Richtung vakuumisierten Innerraum einen bezüglich der

20 Rotationsachse des ringförmigen Isolators geneigten Frontbereich und zwei Seitenbereiche umfasst, wobei der geneigte Frontbereich des ringförmigen Isolators der Anode zum Scheibenzentrum des ringförmigen Isolators hin geneigt ist, und wobei der geneigte Frontbereich des ringförmigen Isolators der Kathode vom Scheibenzentrum des ringförmigen Isolators weg geneigt ist. Die

25 Wölbung wird im Wesentlichen durch Winkel α , β und γ eines verkürzten Seitenbereiches, eines überhöhten Seitenbereiches, sowie des Frontbereichs charakterisiert, wobei der Winkel α zwischen der Achsenrichtung des ringförmigen Isolators und dem überhöhten Seitenbereich zwischen 10° und 25° liegt, und wobei der Winkel β des Frontbereichs zur Senkrechten auf die

30 Achsenrichtung des ringförmigen Isolators zwischen 10° und 25° liegt, und wobei der Winkel γ zwischen dem verkürzten Seitenbereich zur Achsenrichtung des ringförmigen Isolators zwischen 10° und 25° liegt. Insbesondere kann der(die) Isolator(en) erfindungsgemäss wahlweise entweder nur kathodenseitig,

oder nur anodenseitig oder beidseitig, d.h. auf Seiten der Anode und auf Seiten der Kathode, ausgebildet sein. Jeweils ein Seitenbereich eines Isolators ist zur jeweiligen negativen Elektrode hingeneigt und verläuft über einen grösseren Bereich in dessen Nähe. Bei der Anode bildet die Wand des zylindrischen Metallgehäuses die negative Elektrode bezüglich des Isolators, während bei der Kathode die metallische Aussenwand der Kathode die negative Elektrode bezüglich des Isolators bildet. Der Verbindungspunkt zwischen der jeweiligen negativen Elektrode und dem entsprechenden Isolator wird als negativer Tripelpunkt bezeichnet. Die Hochspannungs-Vakuumröhre kann z.B. als eine Röntgenröhre verwendet werden. Die oben erwähnte Ausführung hat den Vorteil, dass beim Betrieb durch das entstehende elektrische Feld eine ausserordentlich hohe Stabilität der Röhre erreicht wird, ohne dass es zu Durchbrüchen des Isolators anodenseitig und/oder kathodenseitig, Gasausbrüchen und/oder anderen Störungen kommt. Gleichzeitig kann die Röhre bei viel höheren Spannungen und kleinerer bzw. kompakteren Bauweise als herkömmliche Röhren betrieben werden. Die Masse der Röhre und die Spannung am Isolator stehen in einer direkten Beziehung zueinander. Je kleiner die Bauweise, desto grösser muss die Spannungsfestigkeit des Isolators an der Elektrode sein. Die Vorteile einer kleineren und kompakteren Bauweise für solche Röhren liegt auf der Hand. Kleiner und kompaktere Röhren sind billiger herzustellen, weniger schwer und einfacher zu handhaben. Dies betrifft z.B. insbesondere eventuell notwendige Bleiabschirmungen etc. Durch die spezielle Form der Isolatoren wird erreicht, dass ein kritischer Teil der Röhre, nämlich der negative Tripelpunkt, an dem, wie erwähnt, die negative Metallelektrode, die Keramik und das Vakuum zusammenstossen, und der vornehmlich die Emission von Elektronen begünstigt, elektrisch abgeschirmt wird. Dadurch wird die Elektronenemission unterdrückt. Auf der Kathodenseite befindet sich dieser Tripelpunkt in der löttechnischen Verbindung zwischen dem Isolator und der Hochspannungszuführung im Zentrum des Isolators. Auf der Anodenseite hingegen liegt der Tripelpunkt in der löttechnischen Verbindung zwischen dem Aussenumfang des Isolators und dem zylindrischen Metallgehäuse. Die Abschirmung geschieht durch eine erzwungene Aufladung der Keramik in der Umgebung des negativen Tripelpunktes durch emittierte Elektronen. Durch die Formgebung des Isolators entsteht zunächst ein sehr hohes Feld im Bereich des Tripelpunktes, welches schon bei tieferen

- Spannungen (z.B. während einer Startphase des Betriebs der Röhre) ausreicht, Elektronen aus dem Metall herauszulösen. Diese Elektronen laden die Keramik so weit auf, dass das elektrische Feld in diesem Bereich derart reduziert wird, dass die Elektronenemission zum Erliegen kommt. Die spezielle Form des
- 5 Isolators verhindert, dass die Elektronen über die Keramik oder durch das Vakuum auf die positive Gegenelektrode gelangen können. Dadurch wird der Zustand stabilisiert. Durch die geneigte Frontseite wird zusätzlich erreicht, dass

Elektronen, die bei hoher Spannung ausserhalb des oben erwähnten Gebietes aus der negativen metallischen Elektrode herausgelöst werden, direkt durch das Vakuum zur positiven Elektrode gelangen und nicht auf die Keramikoberfläche beschleunigt werden. Dadurch wird eine lawinenartige Vervielfachung der freien Elektronen und damit ein heftiger Überschlag durch Sekundärelektronen über die Keramikoberfläche verhindert. Durch die nicht triviale Form des Isolators kann somit die Spannungsfestigkeit und die Lebensdauer der Vakuumröhre signifikant erhöht werden.

In einer Ausführungsvariante können die drei Bereiche der Wölbung (überhöhter Seitenbereich, Frontbereich und verkürzter Seitenbereich) jeweils einen tangentialen Übergangsradius von 1 bis 7 mm besitzen. Diese Ausführungsvariante hat u.A. die gleichen Vorteile wie die vorhergehende Ausführungsvariante. Insbesondere können damit Hochspannungs-Vakuumröhren mit Spannungen von mehr als 200kV am Isolator betrieben werden, ohne dass es zu Störungen oder Ausfällen durch Sekundärelektronen kommt. Solche Röhren können bei der erwähnten Spannung bei maximalen Durchmessern der Isolatoren von 150mm gebaut werden, was die erwähnten Vorteile betreffend Herstellungs- und Transportkosten etc., Gewicht und Handlichkeit bringt.

In einer anderen Ausführungsvariante umfasst der ringförmige Isolator zwischen dem überhöhten Seitenbereich und dem bezüglich der Senkrechten zur Achsenrichtung des ringförmigen Isolators geneigten Frontbereich einen vierten Bereich, der im Wesentlichen senkrecht zur Achse des ringförmigen Isolators in Richtung vakuumisierten Innenraum weist und der zum überhöhten Seitenbereich sowie zum Frontbereich einen tangentialen Übergangsradius von 1 bis 7 mm besitzt. Diese Ausführungsvariante hat u.a. die gleichen Vorteile wie die vorhergehende Ausführungsvariante.

Betriebsspannungen von mindestens 200 kV am Isolator anlegbar sind. Diese Ausführungsvariante hat u.a. den Vorteil, dass sie für besondere Anwendungen in der Industrie, wie z.B. dem Durchleuchten von Transportcontainern an Zöllen und Flughäfen etc. die benötigte Leistung erbringen kann.

- 5 An dieser Stelle soll festgehalten werden, dass sich die vorliegende Erfindung neben dem erfindungsgemässen Verfahren auch auf ein System zur Ausführung dieses Verfahrens bezieht.

- Nachfolgend werden Ausführungsvarianten der vorliegenden Erfindung anhand von Beispielen beschrieben. Die Beispiele der Ausführungen
10 werden durch folgende beigelegten Figuren illustriert:

- Figur 1 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt einer Röntgenröhre des Standes der Technik zeigt. Der ringförmige Isolator 10 ist dabei gegen das zylindrische Metallgehäuse 1, sowie gegen die Elektrode 2 treppenförmig abgestuft 101, um das Erzeugen von
15 Sekundärelektronen zu vermindern.

- Figur 2 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt einer anderen Ausbildung einer Röntgenröhre des Standes der Technik zeigt. Der ringförmige Isolator 11 zeigt dabei gegen das zylindrische Metallgehäuse 1 hin eine Erhöhung 110 mit einer Vertiefung 111 beim
20 Übergang zum Metallgehäuse 1.

- Figur 3 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt einer anderen Ausbildung einer Röntgenröhre des Standes der Technik zeigt. Der ringförmige Isolator 12 zeigt dabei gegen das zylindrische Metallgehäuse 1 hin eine Erhöhung 120 mit einer Vertiefung 121 beim
25 Übergang zum Metallgehäuse 1. Das Metallgehäuse 1 ist auf der Höhe der Erhöhung 120 radial gegen aussen ausgebaucht 122.

Figur 4 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt einer ähnlichen Röntgenröhre wie bei Figur 1 des Standes der Technik zeigt. Der ringförmige Isolator 14 ist dabei gegen das zylindrische

Metallgehäuse 1, sowie gegen die Elektrode 2 jeweils einfach treppenförmig abgestuft, um das Erzeugen von Sekundärelektronen zu vermindern. Wie aus der Darstellung ersichtlich ist der ringförmige Isolator 14 auf Seiten der Anode 3 und der Kathode 4 identisch. Zwischen Anode 3 und Kathode 4 befindet sich
5 eine Elektronenblende 5 um etwaige Streuelektronen weiter zu vermindern.

Figur 5 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt einer weiteren Ausbildung einer Röntgenröhre des Standes der Technik zeigt. Der Isolator 15 ist dabei konisch an die Wandung der Halterung der Elektrode 2 (Anode oder Kathode) angelegt. Zugleich verjüngt sich das
10 zylindrische Metallgehäuse 1 gegen die Elektrode hin. Solche Ausgestaltungen eignen sich für hohe Spannungen nicht mehr, da sie bei hohen Spannungen instabil gegen Sekundärelektronen werden.

Figur 6 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt einer Ausbildung einer erfindungsgemässen Röntgenröhre zeigt.
15 Der ringförmige Isolator ist buckelförmig mit den charakterisierenden Winkeln α , β und γ ausgebildet. Der anodenseitige Isolator 22 hat eine gegen die Anode 3 geneigte Frontfläche 31, während der kathodenseitige Isolator 21 eine gegen das zylindrische Metallgehäuse weisende Frontfläche 31 hat.

Figur 7 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen
20 Querschnitt eines erfindungsgemässen, kathodenseitigen, ringförmigen Isolators 21 zeigt. Der Isolator ist buckelförmig mit den charakterisierenden Winkeln α , β und γ ausgebildet.

Figur 8 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt eines erfindungsgemässen, anodenseitigen, ringförmigen Isolators
25 21 zeigt. Der Isolator ist buckelförmig mit den charakterisierenden Winkeln α , β und γ ausgebildet.

Figur 9 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch den Verlauf der Äquipotentiallinien 40 auf Seiten der Anode 3 bei angelegter Betriebsspannung darstellt. Die Buckelform des Isolators 22 beeinflusst den
30 Verlauf der Feldlinien 40 dermassen, dass auf Seiten des zylindrischen

Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass eine Hochspannungs-Vakuumröhre 9 den erfindungsgemässen Isolator 21/22 nicht unbedingt beidseitig, d.h. bei der Anode 3 und der Kathode 4, umfassen muss. Im Gegenteil ist es durchaus möglich, dass der Isolator 21/22 nur an einer der Elektroden 3/4 gegeben ist, während die andere Elektrode 3/4 einen anders geformten Isolator oder gar keinen aufweist. Ebenso kann es je nach Anordnung der Hochspannungs-Vakuumröhre 9 sinnvoll sein, z.B. eine Elektronenblende 5 zur Verminderung von Sekundärelektronen der Vorrichtung beizufügen. Weiter ist anzufügen, dass sich die erfindungsgemässe Röntgenröhre insbesondere zur Verwendung in einer Gepäckdurchleuchtungsvorrichtung eignet. Besonders Durchleuchtungsvorrichtungen für Transportcontainer und/oder Transportbehältern gehören mit ihrem hohen Bedarf an Strahlungsleistung zu den idealen Einsatzgebieten für die erfindungsgemässen Hochspannungs-Vakuumröhren bzw. Röntgenröhren.

Figur 1 bis 4 zeigen schematisch Beispiele von Röntgenröhren des Standes der Technik. Die ringförmigen Isolatoren 10/11/12/14 sind dabei gegen das zylindrische Metallgehäuse 1 und/oder gegen die Elektrode 2 treppenförmig abgestuft 101, mit Erhöhung 110/120 und/oder einfachen oder mehrfachen Vertiefungen 111/121/141 und/oder Ausbauchungen 122. Wie aus den Darstellungen ersichtlich ist, ist der ringförmige Isolator 14 auf Seiten der Anode 3 und der Kathode 4 jeweils identisch. Zwischen Anode 3 und Kathode 4 kann sich eine Elektronenblende 5 befinden um etwaige Streuelektronen weiter zu vermindern. Figur 5 zeigt eine weitere Ausbildung einer Röntgenröhre des Standes der Technik. Der Isolator 15 ist dabei konisch an die Wandung der Halterung der Elektrode 2 (Anode oder Kathode) angelegt. Zugleich verjüngt sich das zylindrische Metallgehäuse 1 gegen die Elektrode hin. Insbesondere solche Ausgestaltungen eignen sich für hohe Spannungen nicht mehr, da sie bei hohen Spannungen instabil gegen Sekundärelektronen werden.

Ansprüche

1. Hochspannungs-Vakuumröhre (9), bei welcher eine Anode (3) und eine Kathode (4) in einem vakuumisierten Innenraum (6) einander gegenüberliegend angeordnet sind und welcher vakuumisierte Innenraum (6)
- 5 durch ein zylindrisches Metallgehäuse (1) umschlossen ist, wobei die Anode (3) und/oder die Kathode (4) mittels eines ringförmigen Isolators (21/22) elektrisch isoliert sind, wobei der ringförmige Isolator (21/22) einen zylindrischen Teil (23/24) umfasst und in Richtung des vakuumisierten Innerraums (6) buckelförmig einfach gewölbt ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet,
- 10 dass die Wölbung in Richtung vakuumisierten Innerraum (6) einen geneigten Frontbereich (31), einen verkürzten Seitenbereich (30) und einen erhöhten Seitenbereich (33) umfasst, wobei die Wölbung im Wesentlichen durch Winkel α , β und γ des überhöhten Seitenbereiches (33), des Frontbereichs (31) und des verkürzten Seitenbereiches (30) charakterisiert ist,
- 15 dass der besagte geneigte Frontbereich (31) des ringförmigen Isolators (21/22) bei anodenseitiger Ausbildung zum Scheibenzentrum (7) des ringförmigen Isolators (22) hin geneigt ist beziehungsweise bei kathodenseitiger Ausbildung vom Scheibenzentrum (7) des ringförmigen Isolators (21/22) weg geneigt ist,
- 20 dass der Winkel γ zwischen der Achsenrichtung (7) des ringförmigen Isolators (21/22) und dem verkürzten Seitenbereich (30) zwischen 10° und 25° liegt,
- dass der Winkel β des Frontbereichs (31) zur Senkrechten (8) auf die Achsenrichtung (7) des ringförmigen Isolators (21/22) zwischen 10° und 25°
- 25 liegt, und
- dass der Winkel α zwischen dem überhöhten Seitenbereich zur Achsenrichtung (7) des ringförmigen Isolators (21/22) zwischen 10° und 25° liegt.

2. Hochspannungs-Vakuurröhre (9) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die drei Bereiche (30/31/33) jeweils einen tangentialen Übergangsradius ($R1/R3$) von 1 bis 7 mm besitzen.

3. Hochspannungs-Vakuurröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass der ringförmige Isolator (21/22) zwischen dem überhöhten Seitenbereich (33) und dem bezüglich der Senkrechten (8) zur Achsenrichtung (7) des ringförmigen Isolators (21/22) geneigten Frontbereich (31) einen vierten Bereich (32) umfasst, der im wesentlichen senkrecht (8) zur Achse (7) des ringförmigen Isolators (21/22) in Richtung des vakuumisierten Innenraums (6) weist und der zum überhöhten Seitenbereich (33) sowie zum Frontbereich (31) einen tangentialen Übergangsradius ($R2/R3$) von 1 bis 7 mm besitzt.

4. Hochspannungs-Vakuurröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der überhöhte Seitenbereich (33) mindestens 2 Mal weiter als der verkürzte Seitenbereich (30) in den vakuumisierten Innenraum (6) ragt.

5. Hochspannungs-Vakuurröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der überhöhte Seitenbereich (33) gegen die Achsenrichtung (7) des ringförmigen Isolators (21/22) einen sich verjüngenden Auslauf besitzt.

6. Hochspannungs-Vakuurröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der verkürzte Seitenbereich (30) gegen die Achsenrichtung (7) des ringförmigen Isolators (21/22) einen sich verjüngenden Auslauf besitzt.

7. Hochspannungs-Vakuurröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der ringförmige Isolator (21/22) im Wesentlichen aus einem isolierenden Keramikmaterial besteht.

8. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramikmaterial des ringförmigen Isolators (21/22) mindestens aus 95 % Al_2O_3 besteht.

5 9. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Kathode (4) auf der Aussenwand (411) gegen den ringförmigen Isolator (21) einen elektropolierten und/oder mechanisch polierten Metallzylinder (412) umfasst.

10 10. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochspannungs-Vakuumröhre (9) eine Stromversorgungsvorrichtung umfasst, mittels welcher Betriebsspannungen von mindestens 200 kV am Isolator anlegbar sind.

11. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochspannungs-Vakuumröhre (9) eine Röntgenröhre ist.

15 12. Verfahren zum Herstellen einer Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung des ringförmigen Isolators (21/22) ein Pressdruck von mindestens 1000 bar verwendet wird.

20 13. Gepäckdurchleuchtungsvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Vorrichtung zum Erzeugen von Röntgenstrahlen umfasst, wobei die Vorrichtung zum Erzeugen von Röntgenstrahlen mindestens eine Stromversorgungsvorrichtung, mittels welcher Betriebsspannungen von mindestens 200 kV erzeugbar sind, sowie eine oder mehrere Röntgenröhren nach einem der Ansprüche 1 bis 12 umfasst.

25 14. Durchleuchtungsvorrichtung für Transportcontainer und/oder Transportbehälter, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Erzeugung von Röntgenstrahlen eine oder mehrere Röntgenröhren nach einem der Ansprüche 1 bis 12 umfasst.